

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-329905  
 (43)Date of publication of application : 15.11.2002

(51)Int.CI.

H01L 43/08  
 G01R 33/09  
 G11B 5/39  
 H01F 10/16  
 H01L 43/12

(21)Application number : 2001-134973

(22)Date of filing : 02.05.2001

(71)Applicant : FUJITSU LTD

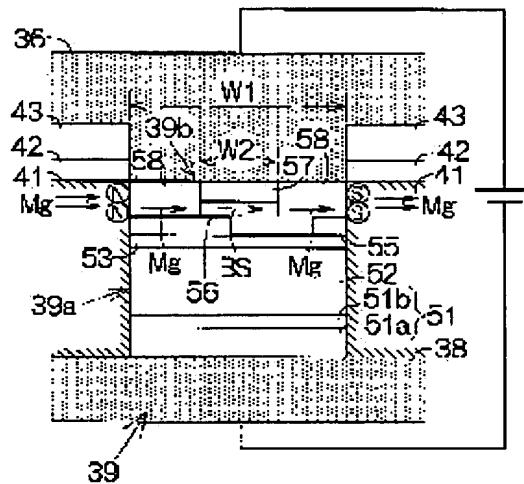
(72)Inventor : EGUCHI SHIN  
 KAMATA SHINGI  
 IKEDA JUNYA  
 TANAKA ATSUSHI

## (54) CPP-STRUCTURE MAGNETORESISTANCE EFFECT ELEMENT AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a CPP-structure magnetoresistance effect element which can contribute to reduce Barkhausen noise and to provide a method of manufacturing the magnetoresistance effect element.

**SOLUTION:** An upper-layer body 39b on a magnetoresistance effect film 39 is sandwiched between insulators 58. Magnetic-domain control films 41 sandwich the body 39b together with the insulators 58. By the function of the insulators 58, a narrowed current passage is established between a lower-layer body 39a on the film 39 and an upper electrode layer 36. The effective core width of the film 39 is narrowed. A vertical bias magnetic field BS acts efficiently on the film 39. Especially, when a free-side ferromagnetic layer 56 is contained in the body 39b, the strong vertical bias magnetic field BS can act on the layer 56 as compared with a conventional CPP-structure magnetoresistance effect element. The single magnetic domain of the layer 56 can be realized satisfactorily. The Barkhausen noise can be reduced.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

特開2002-329905

(P2002-329905A)

(43)公開日 平成14年11月15日(2002.11.15)

(51)Int.C1.<sup>7</sup>

識別記号

H 0 1 L 43/08  
 G 0 1 R 33/09  
 G 1 1 B 5/39  
 H 0 1 F 10/16  
 H 0 1 L 43/12

F I

H 0 1 L 43/08  
 G 1 1 B 5/39  
 H 0 1 F 10/16  
 H 0 1 L 43/12  
 G 0 1 R 33/06

テマコード(参考)

Z 2G017  
 5D034  
 5E049

審査請求 未請求 請求項の数9

O L

(全9頁)

(21)出願番号

特願2001-134973(P2001-134973)

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

(22)出願日

平成13年5月2日(2001.5.2)

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

(72)発明者 江口 伸

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

(72)発明者 鎌田 親義

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

(74)代理人 100105094

弁理士 山▲崎▼ 薫

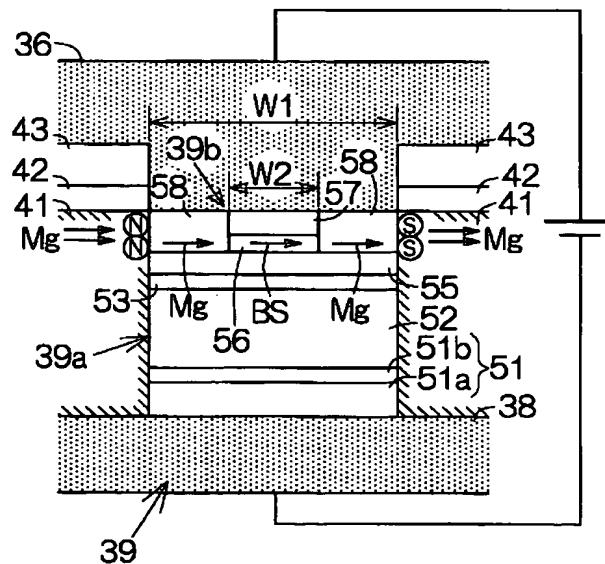
最終頁に続く

(54)【発明の名称】CPP構造磁気抵抗効果素子およびその製造方法

## (57)【要約】

**【課題】** バルクハウゼンノイズの低減に大いに寄与することができるCPP構造磁気抵抗効果素子およびその製造方法を提供する。

**【解決手段】** 磁気抵抗効果膜39の上層体39bは絶縁体58に挟み込まれる。磁区制御膜41は絶縁体58とともに上層体39bを挟み込む。絶縁体58の働きで、磁気抵抗効果膜39の下層体39aと上部電極層36との間には狭められた電流路は確立される。磁気抵抗効果膜39の実効コア幅は狭められる。しかも、縦バイアス磁界BSは効率的に磁気抵抗効果膜39に作用する。特に、上層体39bに自由側強磁性層56が含まれる場合には、従来のCPP構造磁気抵抗効果素子に比べて自由側強磁性層56に比較的強い縦バイアス磁界BSは作用することができる。比較的に良好に自由側強磁性層56の単磁区化は実現されることがある。バルクハウゼンノイズの低減は実現される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 下部電極層上に第1幅で広がる磁気抵抗効果膜の下層体と、下層体上に第1幅よりも狭い第2幅で広がる磁気抵抗効果膜の上層体と、磁気抵抗効果膜の上層体を挟む絶縁体と、絶縁体とともに上層体を挟む磁区制御膜と、磁気抵抗効果膜の上層体に接触する上部電極層とを備えることを特徴とするCPP構造磁気抵抗効果素子。

【請求項2】 請求項1に記載のCPP構造磁気抵抗効果素子において、前記絶縁体は磁性体であることを特徴とするCPP構造磁気抵抗効果素子。

【請求項3】 請求項1に記載のCPP構造磁気抵抗効果素子において、前記磁気抵抗効果膜の上層体には少なくとも自由側強磁性層が含まれることを特徴とするCPP構造磁気抵抗効果素子。

【請求項4】 下部電極層上に磁気抵抗効果膜を形成する工程と、磁気抵抗効果膜を挟む1対の磁区制御膜を形成する工程と、磁区制御膜上に絶縁膜を形成する工程と、磁気抵抗効果膜の表層にエッチング処理を施す工程とを備えることを特徴とするCPP構造磁気抵抗効果素子の製造方法。

【請求項5】 請求項4に記載のCPP構造磁気抵抗効果素子の製造方法において、前記エッチング処理後に前記磁区制御膜上に前記絶縁膜を残存させることを特徴とするCPP構造磁気抵抗効果素子の製造方法。

【請求項6】 請求項5に記載のCPP構造磁気抵抗効果素子の製造方法において、前記エッチング処理に基づき前記磁気抵抗効果膜および前記磁区制御膜の間には溝が形成されることを特徴とするCPP構造磁気抵抗効果素子の製造方法。

【請求項7】 請求項6に記載のCPP構造磁気抵抗効果素子の製造方法において、前記溝には絶縁体が充填されることを特徴とするCPP構造磁気抵抗効果素子の製造方法。

【請求項8】 請求項7に記載のCPP構造磁気抵抗効果素子の製造方法において、前記磁気抵抗効果膜は、前記絶縁体の間に配置される自由側強磁性層を備えることを特徴とするCPP構造磁気抵抗効果素子の製造方法。

【請求項9】 請求項8に記載のCPP構造磁気抵抗効果素子の製造方法において、前記絶縁体は磁性体であることを特徴とするCPP構造磁気抵抗効果素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば磁気ディスク駆動装置や磁気テープ駆動装置といった磁気記録媒体駆動装置に組み込まれる磁気抵抗効果素子に関し、特に、下部電極層上に第1幅で広がる磁気抵抗効果膜の下層体と、下層体上に第1幅よりも狭い第2幅で広がる磁気抵抗効果膜の上層体と、磁気抵抗効果膜の上層体に接

触する上部電極層とを備えるCPP構造磁気抵抗効果素子およびその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 CPP構造磁気抵抗効果(MR)素子の分野では、例えば反強磁性層(pinning layer)、固定側強磁性層(pinned layer)および非磁性中間層を含む下層体と、非磁性中間層の表面に広がる自由側強磁性層(free layer)を含む上層体とを備える磁気抵抗効果(MR)膜は広く知られる。こういったMR膜では、下層体に比べて上層体はトラック幅方向に狭められる。下層体上で上層体は絶縁層に挟み込まれる。この絶縁層によれば、下層体と上部電極層との間に狭められた電流路は確立されることができる。MR膜の実効コア幅は狭められることができる。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 こういったMR膜の形成にあたって下層体上で上層体は削り出される。この削り出しにあたって、上層体を挟み込む1対の磁区制御ハード膜はエッチング処理に曝される。磁区制御ハード膜の表面は下層体の表面まで下降する。したがって、上層体は、磁区制御ハード膜同士の間に区画される空間から完全に離脱してしまう。こうしたCPP構造MR素子では、磁区制御ハード膜同士の間で形成される縦バイアス磁界は、上層体に含まれる自由側強磁性層に十分に作用することができない。バルクハウゼンノイズは十分に低減されることはできない。

【0004】 本発明は、上記実状に鑑みてなされたもので、バルクハウゼンノイズの低減に大いに寄与することができるCPP構造磁気抵抗効果素子およびその製造方法を提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために、第1発明によれば、下部電極層上に第1幅で広がる磁気抵抗効果膜の下層体と、下層体上に第1幅よりも狭い第2幅で広がる磁気抵抗効果膜の上層体と、磁気抵抗効果膜の上層体を挟む絶縁体と、絶縁体とともに上層体を挟む磁区制御膜と、磁気抵抗効果膜の上層体に接触する上部電極層とを備えることを特徴とするCPP構造磁気抵抗効果素子が提供される。

【0006】 こういったCPP構造磁気抵抗効果素子では、絶縁体の働きで、下層体と上部電極層との間には狭められた電流路は確立されることができる。その結果、磁気抵抗効果膜の実効コア幅は狭められることができる。この種のCPP構造磁気抵抗効果素子は磁気情報の高密度化に大いに貢献すると考えられる。

【0007】 しかも、こういったCPP構造磁気抵抗効果素子では、下層体だけでなく上層体が磁区制御膜に挟み込まれることができる。したがって、磁区制御膜同士の間で確立される縦バイアス磁界は効率的に磁気抵抗効

果膜に作用することが大いに期待される。特に、磁気抵抗効果膜の上層体に自由側強磁性層が含まれる場合には、従来のCPP構造磁気抵抗効果素子に比べて自由側強磁性層に比較的に強い縦バイアス磁界は作用することができる。したがって、比較的に良好に自由側強磁性層の単磁区化は実現されることがある。バルクハウゼンノイズの低減は実現される。

【0008】前述の絶縁体には、磁性を示す絶縁材料が用いられてもよい。こうした絶縁材料の採用によれば、絶縁体中に磁化は確立されることがある。したがって、磁区制御膜同士の間で確立される縦バイアス磁界は一層効率的に磁気抵抗効果膜に作用することができる。特に、磁気抵抗効果膜の上層体に自由側強磁性層が含まれる場合には、前述のCPP構造磁気抵抗効果素子に比べて一層良好に自由側強磁性層の単磁区化は実現されることがある。バルクハウゼンノイズはさらに確実に低減されることがある。

【0009】以上のようなCPP構造磁気抵抗効果素子の製造方法は、例えば、下部電極層上に磁気抵抗効果膜を形成する工程と、磁気抵抗効果膜を挟む1対の磁区制御膜を形成する工程と、磁区制御膜上に絶縁膜を形成する工程と、磁気抵抗効果膜の表層にエッチング処理を施す工程などを備えればよい。こういった製造方法によれば、エッチング処理中に絶縁膜は磁区制御膜の保護層として機能することができる。エッチング処理中に磁区制御膜の消失すなわち削り取りは完全に回避されることがある。その結果、前述のように、磁区制御膜は確実に磁気抵抗効果膜の上層体を挟み込むことができる。

【0010】絶縁膜はエッチング処理後に磁区制御膜上に必ず残存する。上層体の形成にあたって、こういった製造方法では、エッチング処理に基づき磁気抵抗効果膜および磁区制御膜の間に溝が形成されればよい。溝には絶縁体が充填されればよい。

### 【0011】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照しつつ本発明の一実施形態を説明する。

【0012】図1は磁気記録媒体駆動装置の一具体例すなわちハードディスク駆動装置(HDD)11の内部構造を概略的に示す。このHDD11は、例えば平たい直方体の内部空間を区画する箱形の筐体本体12を備える。収容空間には、記録媒体としての1枚以上の磁気ディスク13が収容される。磁気ディスク13はスピンドルモータ14の回転軸に装着される。スピンドルモータ14は、例えば7200 rpmや10000 rpmといった高速度で磁気ディスク13を回転させることができる。筐体本体12には、筐体本体12との間で収容空間を密閉する蓋体すなわちカバー(図示せず)が結合される。

【0013】収容空間には、垂直方向に延びる支軸15回りで揺動するキャリッジ16がさらに収容される。こ

のキャリッジ16は、支軸15から水平方向に延びる剛体の揺動アーム17と、この揺動アーム17の先端に取り付けられて揺動アーム17から前方に延びる弾性サスペンション18とを備える。周知の通り、弾性サスペンション18の先端では、いわゆるジンバルばね(図示せず)の働きで浮上ヘッドスライダ19は片持ち支持される。浮上ヘッドスライダ19には、磁気ディスク13の表面に向かって弾性サスペンション18から押し付け力が作用する。磁気ディスク13の回転に基づき磁気ディスク13の表面で生成される気流の働きで浮上ヘッドスライダ19には浮力が作用する。弾性サスペンション18の押し付け力と浮力とのバランスで磁気ディスク13の回転中に比較的に高い剛性で浮上ヘッドスライダ19は浮上し続けることができる。

【0014】こうした浮上ヘッドスライダ19の浮上中に、キャリッジ16が支軸15回りで揺動すると、浮上ヘッドスライダ19は半径方向に磁気ディスク13の表面を横切ることができる。こうした移動に基づき浮上ヘッドスライダ19は磁気ディスク13上の所望の記録トラックに位置決めされる。このとき、キャリッジ16の揺動は例えばボイスコイルモータ(VCM)といったアクチュエータ21の働きを通じて実現されればよい。周知の通り、複数枚の磁気ディスク13が筐体本体12内に組み込まれる場合には、隣接する磁気ディスク13同士の間で1本の揺動アーム17に対して2つの弾性サスペンション18が搭載される。

【0015】図2は浮上ヘッドスライダ19の一具体例を示す。この浮上ヘッドスライダ19は、平たい直方体に形成されるAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiC(アルチック)製のスライダ本体22と、このスライダ本体22の空気流出端に接合されて、読み出し書き込みヘッド23を内蔵するAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(アルミナ)製のヘッド素子内蔵膜24とを備える。スライダ本体22およびヘッド素子内蔵膜24には、磁気ディスク13に対向する媒体対向面すなわち浮上面25が規定される。磁気ディスク13の回転に基づき生成される気流26は浮上面25に受け止められる。

【0016】浮上面25には、空気流入端から空気流出端に向かって延びる2筋のレール27が形成される。各40レール27の頂上面にはいわゆるABS(空気軸受け面)28が規定される。ABS28では気流26の働きに応じて前述の浮力が生成される。ヘッド素子内蔵膜24に埋め込まれた読み出し書き込みヘッド23は、後述されるように、ABS28で露出する。なお、浮上ヘッドスライダ19の形態はこういった形態に限られるものではない。

【0017】図3は浮上面25の様子を詳細に示す。読み出し書き込みヘッド23は、薄膜磁気ヘッドすなわち誘導書き込みヘッド素子31とCPP構造磁気抵抗効果(MR)読み取り素子32とを備える。誘導書き込みへ

ヘッド素子31は、周知の通り、例えば導電コイルパターン（図示せず）で生起される磁界を利用して磁気ディスク13に2値情報を書き込むことができる。CPP構造MR読み取り素子32は、周知の通り、磁気ディスク13から作用する磁界に応じて変化する抵抗に基づき2値情報を検出することができる。誘導書き込みヘッド素子31およびCPP構造MR読み取り素子32は、前述のヘッド素子内蔵膜24の上側半層すなわちオーバーコート膜を構成するAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>（アルミナ）膜33と、下側半層すなわちアンダーコート膜を構成するAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>（アルミナ）膜34との間に挟み込まれる。

【0018】誘導書き込みヘッド素子31は、ABS28で前端を露出させる上部磁極層35と、同様にABS28で前端を露出させる下部磁極層36とを備える。上部および下部磁極層35、36は例えばFeNやNiFeから形成されればよい。上部および下部磁極層35、36は協働して誘導書き込みヘッド素子31の磁性コアを構成する。

【0019】上部および下部磁極層35、36の間には例えばAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>（アルミナ）製の非磁性ギャップ層37が挟み込まれる。周知の通り、導電コイルパターンで磁界が生起されると、非磁性ギャップ層37の働きで、上部磁極層35と下部磁極層36とを行き交う磁束は浮上面25から漏れ出る。こうして漏れ出る磁束が記録磁界（ギャップ磁界）を形成する。

【0020】CPP構造MR読み取り素子32は、アルミナ膜34すなわち下地絶縁層の表面に沿って広がる下部電極層38を備える。下部電極層38は導電性を備えるだけでなく同時に軟磁性を備えてもよい。下部電極層38が例えばNiFeといった導電性の軟磁性体で構成されると、この下部電極層38は同時にCPP構造MR読み取り素子32の下部シールド層として機能することができる。

【0021】下部電極層38の表面には、ABS28に沿って延びる電磁変換膜すなわち磁気抵抗効果（MR）膜39が形成される。同様に、下部電極層38の表面には、ABS28に沿って延びる1対の磁区制御ハード膜41が形成される。磁区制御ハード膜41は下部電極層38の表面でABS28に沿ってMR膜39を挟み込む。磁区制御ハード膜41は例えばCoPtやCoCrPtといった金属材料から形成されればよい。これらの磁区制御ハード膜41では、周知の通り、MR膜39を横切る1方向に沿って磁化は確立することができる。こうした磁区制御ハード膜41の磁化に基づきバイアス磁界が形成されると、MR膜39内で例えば自由側強磁性層（free layer）の単磁区化は実現することができる。MR膜39の構造の詳細は後述される。

【0022】磁区制御ハード膜41の表面には第1絶縁層42が積層される。この第1絶縁層42は磁区制御ハード膜41上にのみ広がる。すなわち、第1絶縁層42

は、MR膜39と磁区制御ハード膜41との境界面を含む平面PLで途切れる。第1絶縁層42は例えばAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>やSiO<sub>2</sub>といった絶縁材料から構成されればよい。

【0023】この第1絶縁層42の表面は第2絶縁層43で覆われる。第2絶縁層43は、第1絶縁層42上だけでなく下部電極層38上に広がってもよい。ただし、第1絶縁層42と同様に、第2絶縁層43は、MR膜39と磁区制御ハード膜41との境界面を含む平面PLで途切れる。第2絶縁層43は例えばAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>やSiO<sub>2</sub>といった絶縁材料から構成されればよい。

【0024】第2絶縁層43上には誘導書き込みヘッド素子31の下部磁極層36が広がる。この下部磁極層36は、2つの平面PLの間でMR膜39の頂上面に受け止められる。すなわち、下部磁極層36はCPP構造MR読み取り素子32の上部電極層として機能する。MR膜39には、下部電極層38および下部磁極層36の働きでセンサ電流が供給される。しかも、下部磁極層36はCPP構造MR読み取り素子32の上部シールド層として機能することができる。

【0025】ここで図4を参照しつつMR膜39の構造を詳述する。このMR膜39は例えばスピンドルブルブ膜で構成される。このスピンドルブルブ膜は、順番に重ね合わせられる下地層51、反強磁性層（pinning layer）52、固定側強磁性層（pinned layer）53および非磁性中間層55で構成される下層体39aと、同様に非磁性中間層55上で重ね合わせられる自由側強磁性層56および保護層57で構成される上層体39bとを備える。反強磁性層52の働きに応じて固定側強磁性層53の磁化は1方向に固定される。ここで、下地層51は、Ta層51aと、このTa層51aの表面に積層されるNiFe層51bとで構成されればよい。反強磁性層52は例えばFeMnやPdPtMnといった反強磁性合金材料から形成されればよい。固定側強磁性層53および自由側強磁性層57は例えばCo<sub>90</sub>F<sub>10</sub>といった強磁性材料から形成されればよい。非磁性中間層55は例えばCuといった導電金属材料から形成されればよい。保護層57は、Cu層と、このCu層上に形成されるキャップ層すなわちTa層とを備えればよい。

【0026】ここで、下層体39aの第1幅W1に比べて上層体39bの第2幅W2は小さく設定される。したがって、下層体39aは前述の平面PLで磁区制御ハード膜41に接触する。その一方で、上層体39bと前述の平面PLすなわち磁区制御ハード膜41との間には空隙が形成される。この空隙は絶縁体58で充填される。こうして上層体39bは絶縁体58に挟み込まれる。しかも、上層体39bは、絶縁体58とともに磁区制御ハード膜41に挟み込まれる。こういった絶縁体58の働きで、下層体39aと上部電極層すなわち下部磁極層3

6との間には狭められた電流路は確立されることができる。その結果、MR膜39の実効コア幅は狭められることができ。なお、第1幅W1や第2幅W2は下部電極層38の表面に平行にA B S 2 8に沿って測定されればよい。

【0027】磁気情報の読み出しにあたってCPP構造MR読み取り素子32が磁気ディスク13の表面に向き合わせられると、スピナーバルブ膜では、周知の通り、磁気ディスク13から作用する磁界の向きに応じて自由側強磁性層56の磁化方向は回転する。こうして自由側強磁性層56の磁化方向が回転すると、スピナーバルブ膜の電気抵抗は大きく変化する。したがって、上部電極層すなわち下部磁極層36および下部電極層38からスピナーバルブ膜にセンス電流が供給されると、CPP構造MR読み取り素子32から取り出される電気信号のレベルは電気抵抗の変化に応じて変化する。このレベルの変化に応じて2値情報は読み取られることができる。このとき、スピナーバルブ膜では、前述のようにセンス電流の通り道は狭められることができる。その結果、磁気ディスク13から作用する磁界に対するスピナーバルブ膜の応答感度は高められることができる。

【0028】こういったCPP構造MR読み取り素子32では、磁区制御ハード膜41で磁化Mgが確立されると、磁区制御ハード膜41の端面で生成される磁極(チャージ)に基づき一方の磁区制御ハード膜41から他方の磁区制御ハード膜41に向かう縦バイアス磁界BSは生成されることができる。特に、このCPP構造MR読み取り素子32では、上層体39bに含まれる自由側強磁性層56が磁区制御ハード膜41同士の間に配置されることから、自由側強磁性層56には比較的に強い縦バイアス磁界BSは作用することができる。したがって、比較的に良好に自由側強磁性層56の単磁区化は実現されることができる。バルクハウゼンノイズの低減は実現される。

【0029】このとき、前述の絶縁体58には、磁性を示す絶縁材料が用いられることが望まれる。こうした絶縁材料によれば、図4から明らかなように、絶縁体58中で磁化Mgは確立されることができる。したがって、一層良好に自由側強磁性層556の単磁区化は確立されることがある。こういった絶縁材料には例えばCo- $\gamma$ Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(比抵抗2:0Ωcm)といった合金材料が挙げられることがある。一般に、固定側強磁性層53や自由側強磁性層56に用いられる磁性材料は100μΩcm以下の比抵抗を示し、反強磁性層52に用いられる磁性材料は200μΩcm程度の比抵抗を示す。

【0030】次にCPP構造MR読み取り素子32の製造方法を簡単に説明する。例えばAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiC(アルチック)製ウェハー(図示せず)が用意される。このウェハーの表面にはAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜34が成膜される。このAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜34上で下部電極層38は形成さ

れる。次いで下部電極層38の表面には、図5に示されるように、前述の第1幅W1で規定される素材MR膜71が積層形成される。この素材MR膜71は、前述のスピナーバルブ膜と同一な層構造で積み重ねられる積層体から削り出されればよい。すなわち、この素材MR膜71には、下地層72、反強磁性層73、固定側強磁性層74、非磁性中間層75、自由側強磁性層76および保護層77が順番に含まれる。この削り出しにあたってフォトレジスト膜78がマスクに用いられる。

【0031】続いてウェハー上では、図6に示されるように、素材MR膜71を挟み込む磁区制御ハード膜79が形成される。下部電極層38の表面には例えばスペッタリング法に基づき磁性材料81が降り注がれる。磁性材料81は、下部電極層38の表面およびフォトレジスト膜78上に堆積する。素材MR膜71の壁面が完全に磁性材料81で覆われると、磁区制御ハード膜79の形成は完了する。

【0032】次いでウェハー上では、図7に示されるように、第1絶縁層82が積層形成される。堆積した磁性材料81上に例えばスペッタリング法に基づき絶縁材料83は降り注がれる。磁区制御ハード膜79上やフォトレジスト膜78上で磁性材料81の表面に絶縁材料83は堆積していく。こうして磁区制御ハード膜79の表面には第1絶縁層82が形成される。第1絶縁層82の形成後にリフトオフは実施される。すなわち、フォトレジスト膜78の除去に応じて、フォトレジスト膜78上の磁性材料81および絶縁材料83は取り扱われる。

【0033】こうして磁区制御ハード膜79上に第1絶縁層82が形成されると、素材MR膜71の表層からエッチング処理は施される。このとき、素材MR膜71上には、図8に示されるように、上層体39bの形状を象った第2幅W2のフォトレジスト膜85が形成される。フォトレジスト膜85は、1対の第1絶縁層82との間に所定の間隔を空けて配置される。例えばイオンミリングといったドライエッティング処理が施されると、フォトレジスト膜85の周囲で素材MR膜71中の保護層77および自由側強磁性層76は除去されていく。素材MR膜71の上層体86は削り出されていく。この削り出しに伴って、素材MR膜71および磁区制御ハード膜79の間に上層体86に隣接する領域で溝87が形成される。溝87は素材MR膜71の非磁性中間層75を露出させる。

【0034】こういったエッティング処理にあたって、第1絶縁層82の膜厚t [nm]は、

【0035】

【数1】

$$t > R_s \quad \dots(1)$$

【0036】に従って設定される。ここで、定数Rは第1絶縁層82のエッティング速度[nm/sec]を示す。定数sは、非磁性中間層75が露出するまでのエッ

チング時間〔sec〕を示す。こうした膜厚tによれば、エッチング処理の終了時に磁区制御ハード膜79上には必ず第1絶縁層82は残存する。したがって、エッティング処理の実施中に、磁区制御ハード膜79の削り取りは完全に回避されることができる。第1絶縁層82は磁区制御ハード膜79の保護層として機能する。

【0037】その後、図9に示されるように、ウェハー上で第2絶縁層88の積層は実施される。ウェハーの表面には例えばスパッタリング法に基づき絶縁材料89が降り注がれる。絶縁材料89は溝87に充填される。こうして溝87中には絶縁体90が形成される。絶縁体90の形成後にフォトレジスト膜85は除去される。上層体86の頂上面は露出する。

【0038】こうして素材MR膜71に上層体86が形作られると、周知の通り、1筋のフォトレジスト膜(図示せず)に基づき磁区制御ハード膜79および素材MR膜71の輪郭は整えられる。フォトレジスト膜下には、1対の磁区制御ハード膜41に挟み込まれたMR膜39が形成される。続いてウェハー上では一様に絶縁膜が積層される。フォトレジスト膜が除去されると、絶縁膜に囲まれた磁区制御ハード膜41およびMR膜39が得られる。磁区制御ハード膜41およびMR膜39上では、続いて図10に示されるように、上部電極層すなわち誘導書き込みヘッド素子31の下部磁極層36が形成されていく。

【0039】こうして構築されたCPP構造MR読み取り素子32上には、既知の通り、誘導書き込みヘッド素子31が構築されていく。下部磁極層36上には、非磁性ギャップ層37のほか、コイルパターンが埋め込まれた絶縁層、上部磁極層35が相次いで形成される。最終的に誘導書き込みヘッド素子31がアルミナ膜33に埋め込まれると、読み出し書き込みヘッド23の形成は完了する。

【0040】図11はMR膜39の他の具体例を示す。このMR膜39はトンネル接合膜で構成される。このトンネル接合膜は、順番に重ね合わせられる下地層101、反強磁性層102、固定側強磁性層103および絶縁膜104で構成される下層体39aと、同様に絶縁膜104上で重ね合わせられる自由側強磁性層106および保護層107で構成される上層体39bとを備える。反強磁性層102の働きに応じて固定側強磁性層103の磁化は1方向に固定される。ここで、下地層101は、Ta層101aと、このTa層101aの表面に積層されるNiFe層101bとで構成されればよい。反強磁性層102は例えばFeMnやPdPtMnといった反強磁性合金材料から形成されればよい。固定側強磁性層103および自由側強磁性層106は例えばCo<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>といった強磁性材料から形成されればよい。絶縁膜104は例えばAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(アルミナ)その他の金属酸化膜から形成されればよい。保護層106は、Cu層50

と、このCu層上に形成されるキャップ層すなわちTa層とを備えればよい。

【0041】前述と同様に、下層体39aの第1幅W1に比べて上層体39bの第2幅W2は小さく設定される。したがって、下層体39aは前述の平面PLで磁区制御ハード膜41に接触する。その一方で、上層体39bと前述の平面PLすなわち磁区制御ハード膜41との間には空隙が形成される。この空隙は絶縁体58で充填される。こうして上層体39bは絶縁体58に挟み込まれる。しかも、上層体39bは、絶縁体58とともに磁区制御ハード膜41に挟み込まれる。こういった絶縁体58の働きで、下層体39aと上部電極層すなわち下部磁極層36との間には狭められた電流路は確立されることができる。その結果、MR膜39の実効コア幅は狭められることができる。特に、このCPP構造MR読み取り素子32では、トンネル接合膜の高抵抗層すなわち絶縁膜104で上層体39bおよび下層体39aが仕切られることから、電流路は確実に縮小されることができる。

【0042】磁気情報の読み出しにあたってCPP構造MR読み取り素子32が磁気ディスク13の表面に向き合わせられると、トンネル接合膜では、周知の通り、磁気ディスク13から作用する磁界の向きに応じて自由側強磁性層106の磁化方向は回転する。こうして自由側強磁性層106の磁化方向が回転すると、トンネル接合膜の電気抵抗は大きく変化する。したがって、上部電極層すなわち下部磁極層36および下部電極層38からトンネル接合膜にセンス電流が供給されると、CPP構造MR読み取り素子32から取り出される電気信号のレベルは電気抵抗の変化に応じて変化する。このレベルの変化に応じて2値情報は読み取られることができる。このとき、トンネル接合膜では、前述のようにセンス電流の通り道は狭められることができる。その結果、磁気ディスク13から作用する磁界に対するトンネル接合膜の応答感度は高められることができる。しかも、前述と同様に、このCPP構造MR読み取り素子32では、上層体39bに含まれる自由側強磁性層106が磁区制御ハード膜41同士の間に配置されることから、自由側強磁性層106には比較的強い縦バイアス磁界BSは作用することができる。したがって、比較的的良好に自由側強磁性層106の単磁区化は実現されることがある。バルクハウゼンノイズの低減は実現される。

【0043】なお、以上のようなCPP構造MR読み取り素子32では、第2幅W2の上層体39bに固定側強磁性層53、103や反強磁性層52、102が含まれてもよい。このとき、自由側強磁性層56、106や非磁性中間層54、絶縁層104は第1幅W1の下層体39aに含まれればよい。

【0044】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、バルクハ

ウゼンノイズの低減に大いに寄与するCPP構造磁気抵抗効果素子は提供されることがある。

**【図面の簡単な説明】**

**【図1】** ハードディスク駆動装置(HDD)の構造を概略的に示す平面図である。

**【図2】** 一具体例に係る浮上ヘッドスライダの構造を概略的に示す拡大斜視図である。

**【図3】** 浮上面で観察される読み出し書き込みヘッドの様子を示す拡大正面図である。

**【図4】** 一具体例に係る磁気抵抗効果(MR)膜の構造を詳細に示す読み出し書き込みヘッドの拡大部分正面図である。

**【図5】** 下部電極層上で形成された素材磁気抵抗効果(MR)膜を概略的に示すウェハーの拡大部分断面図である。

**【図6】** 素材MR膜を挟む磁区制御ハード膜を形成する工程を概略的に示すウェハーの拡大部分断面図である。

**【図7】** 第1絶縁層を形成する工程を概略的に示すウェハーの拡大部分断面図である。

**【図8】** 素材MR膜から上層体を削り出す工程を概略的に示すウェハーの拡大部分断面図である。

**【図9】** MR膜の上層体および磁区制御ハード膜の間に形成される溝に絶縁材料を充填する工程を概略的に示すウェハーの拡大部分断面図である。

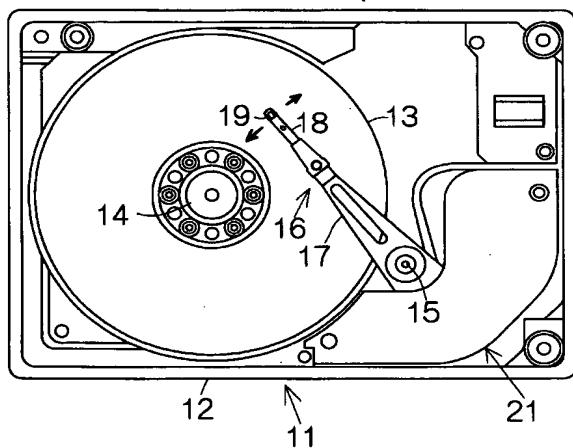
**【図10】** 上部電極層すなわち誘導書き込みヘッド素子の下部磁極層を形成する工程を概略的に示すウェハーの拡大部分断面図である。

**【図11】** 他の具体例に係る磁気抵抗効果(MR)膜の構造を詳細に示す読み出し書き込みヘッドの拡大部分正面図である。

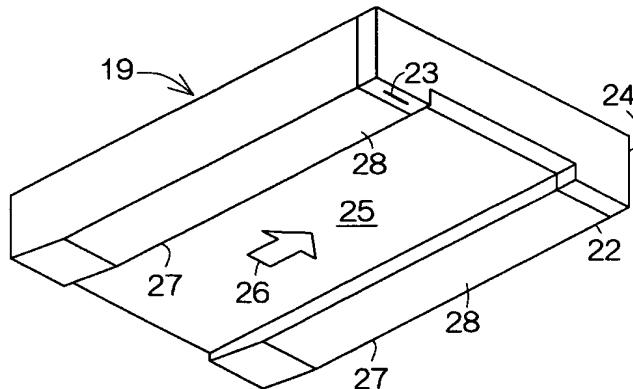
**【符号の説明】**

32 CPP構造磁気抵抗効果(MR)素子、36 上部電極層としての下部磁極層、38 下部電極層、39 磁気抵抗効果(MR)膜、39a 下層体、39b 上層体、41 磁区制御膜、56 自由側強磁性層、58 絶縁体、71 磁気抵抗効果(MR)膜としての素材MR膜、79 磁区制御膜、82 絶縁膜としての第1絶縁層、87 溝、90 絶縁体、106 自由側強磁性層、W1 第1幅、W2 第2幅。

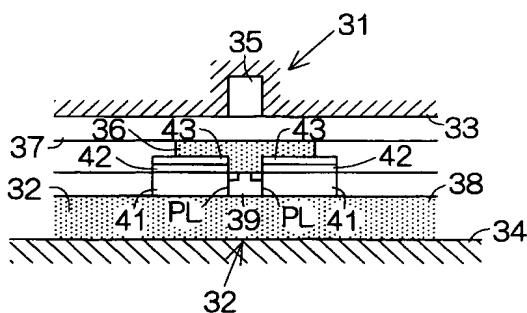
【図1】



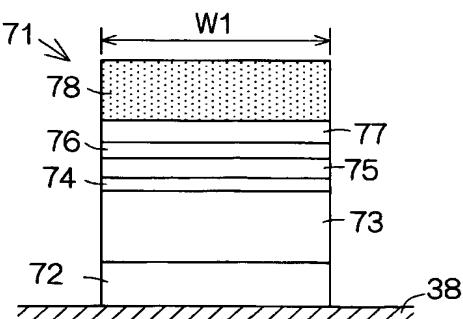
【図2】



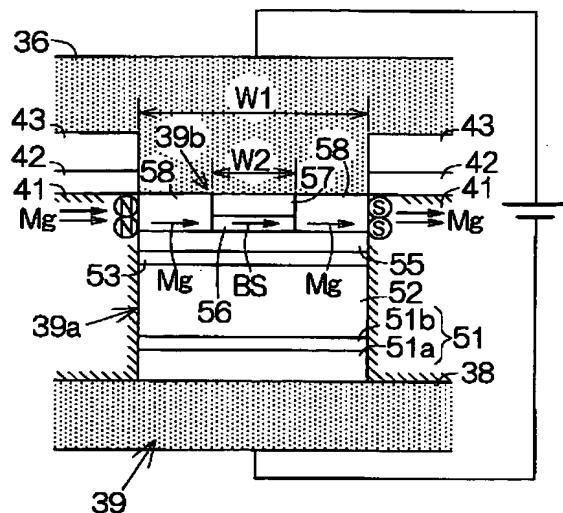
【図3】



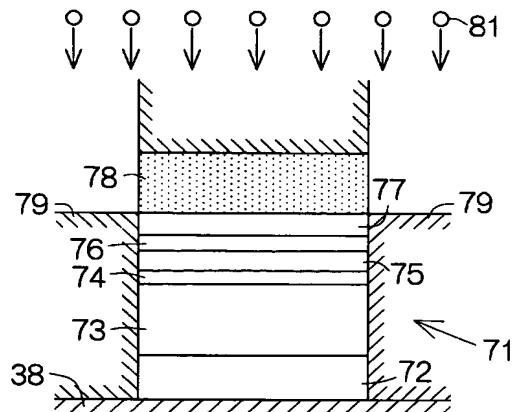
【図5】



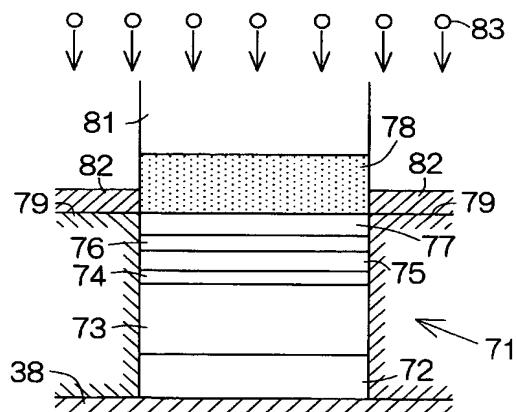
【図4】



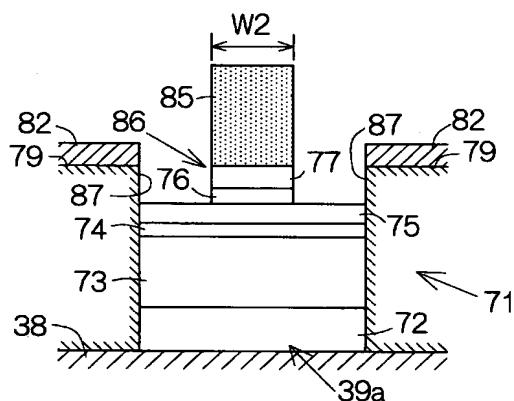
【図6】



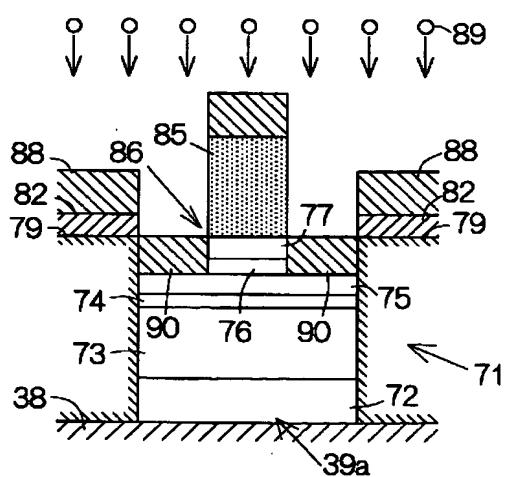
【図7】



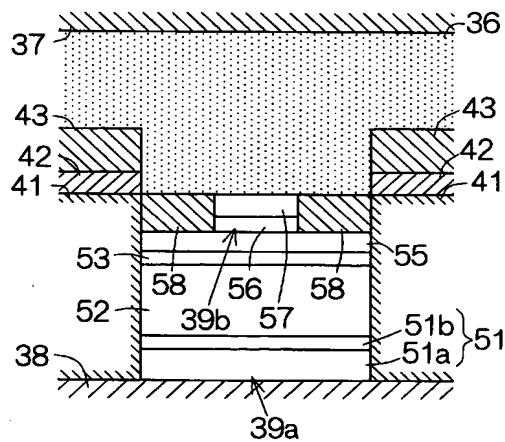
【図8】



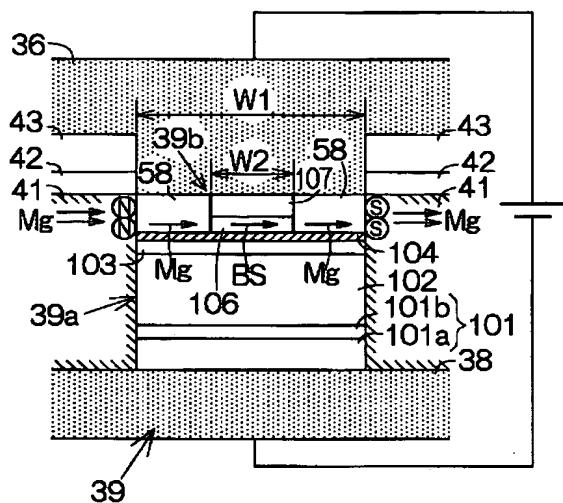
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

- |                     |  |
|---------------------|--|
| (72)発明者 池田 淳也       | F ターム(参考) 2G017 AC09 AD55 AD56 AD62 AD65 |
| 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番 | 5D034 BA03 BA04 BA08 BA12 CA08           |
| 1号 富士通株式会社内         | DA07                                     |
| (72)発明者 田中 厚志       | 5E049 AA04 AC00 AC05 BA06 CB02           |
| 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番 | CC01 CC08 DB12                           |
| 1号 富士通株式会社内         |  |

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

**DETAILED DESCRIPTION**

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to a CPP structure magneto-resistive effect component equipped with the up electrode layer in contact with the lower layer object of the magneto-resistive effect film which spreads in the 1st piece on a lower electrode layer especially, the upper object of the magneto-resistive effect film which spreads in the 2nd piece narrower than the 1st piece on a lower layer object, and the upper object of the magneto-resistive effect film, and its manufacture approach about the magneto-resistive effect component included in magnetic-recording medium driving gears, such as for example, a magnetic-disk driving gear and magnetic tape transport.

[0002]

[Description of the Prior Art] The magneto-resistive effect (MR) film equipped with the lower layer object which contains an antiferromagnetism layer (pinning layer), a fixed side ferromagnetism layer (pinned layer), and a nonmagnetic interlayer, for example, and the upper object containing the freedom side ferromagnetism layer (free layer) which spreads on a nonmagnetic interlayer's front face is widely known for the field of a CPP structure magneto-resistive effect (MR) component. By such MR film, the upper object is narrowed crosswise [ truck ] compared with a lower layer object. The upper object is put between an insulating layer on a lower layer object. According to this insulating layer, the current path narrowed between the lower layer object and the up electrode layer is establishable. The effective core width of face of MR film can be narrowed.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The upper object begins to be shaved on a lower layer object in formation of such MR film. This one pair that puts the upper object in beginning to delete of magnetic-domain control hard film is put to etching processing. The front face of the magnetic-domain control hard film descends to the front face of a lower layer object. Therefore, it will secede from the upper object completely from the space divided among magnetic-domain control hard film. With such a CPP structure MR component, the vertical bias field formed among magnetic-domain control hard film cannot fully act on the freedom side ferromagnetism layer contained in the upper object. A Barkhausen noise cannot fully be reduced.

[0004] This invention was made in view of the above-mentioned actual condition, and aims at offering the CPP structure magneto-resistive effect component which can greatly contribute to reduction of a Barkhausen noise, and its manufacture approach.

[0005]

[Means for Solving the Problem] The lower layer object of the magneto-resistive effect film which spreads in the 1st piece on a lower electrode layer according to the 1st invention in order to attain the above-mentioned purpose, The upper object of the magneto-resistive effect film which spreads in the 2nd piece narrower than the 1st piece on a lower layer object, The CPP structure magneto-resistive effect component characterized by having the insulator which sandwiches the upper object of the magneto-resistive effect film, the magnetic-domain control film which sandwiches the upper object with

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

an insulator, and an up electrode layer in contact with the upper object of the magneto-resistive effect film is offered.

[0006] Between a lower layer object and an up electrode layer, the narrowed current path is establishable by work of an insulator with such CPP structure magneto-resistive effect components. Consequently, the effective core width of face of the magneto-resistive effect film can be narrowed. It is thought that this kind of CPP structure magneto-resistive effect component greatly contributes to the densification of magnetic information.

[0007] And with such CPP structure magneto-resistive effect components, not only a lower layer object but the upper object can be put between the magnetic-domain control film. Therefore, it is expected very much that the vertical bias field established among magnetic-domain control film will act on the magneto-resistive effect film efficiently. When a freedom side ferromagnetism layer is especially contained in the upper object of the magneto-resistive effect film, compared with the conventional CPP structure magneto-resistive effect component, a vertical bias field strong against a freedom side ferromagnetism layer in comparison can act. Therefore, single domain-ization of a freedom side ferromagnetism layer is realizable good in comparison. Reduction of a Barkhausen noise is realized.

[0008] The insulating material which shows magnetism may be used for the above-mentioned insulator. According to adoption of such an insulating material, magnetization is establishable in an insulator. Therefore, the vertical bias field established among magnetic-domain control film can act on the magneto-resistive effect film much more efficiently. When a freedom side ferromagnetism layer is especially contained in the upper object of the magneto-resistive effect film, compared with the above-mentioned CPP structure magneto-resistive effect component, single domain-ization of a freedom side ferromagnetism layer can be realized much more good. A Barkhausen noise can be reduced still more certainly.

[0009] The above manufacture approaches of a CPP structure magneto-resistive effect component should just be equipped with the process which forms the magneto-resistive effect film for example, on a lower electrode layer, the process which forms one pair of magnetic-domain control film which sandwiches the magneto-resistive effect film, the process which forms an insulator layer on the magnetic-domain control film, and the process which performs etching processing to the surface of the magneto-resistive effect film. According to such manufacture approaches, an insulator layer can function as a protective layer of the magnetic-domain control film during etching processing. under etching processing -- disappearance of the magnetic-domain control film -- namely, -- shaving off -- it is completely avoidable. Consequently, the magnetic-domain control film can put the upper object of the magneto-resistive effect film certainly as mentioned above.

[0010] An insulator layer surely remains on the magnetic-domain control film after etching processing. By such manufacture approaches, a slot should just be formed between the magneto-resistive effect film and the magnetic-domain control film in formation of the upper object based on etching processing. A slot should just be filled up with an insulator.

[0011]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, 1 operation gestalt of this invention is explained, referring to an accompanying drawing.

[0012] Drawing 1 shows roughly one example of a magnetic-recording medium driving gear, i.e., the internal structure of hard disk drive (HDD) 11. This HDD11 is equipped with the body 12 of a case of the cube type which divides the building envelope of a flat rectangular parallelepiped. The magnetic disk 13 of one or more sheets as a record medium is held in hold space. The revolving shaft of a spindle motor 14 is equipped with a magnetic disk 13. A spindle motor 14 can rotate a magnetic disk 13 at high speed, such as for example, 7200rpm and 10000rpm. It is combined with the body 12 of a case, the lid (not shown), i.e., covering, which seals hold space between the bodies 12 of a case.

[0013] The carriage 16 rocked by the circumference of the pivot 15 prolonged perpendicularly is further held in hold space. This carriage 16 is equipped with the swinging arm 17 of the rigid body horizontally prolonged from a pivot 15, and the elastic suspension 18 which is attached at the tip of this swinging arm 17, and extends ahead from a swinging arm 17. As everyone knows, at the tip of the elastic

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

suspension 18, the cantilevered suspension of the surfacing head slider 19 is carried out by work of the so-called gimbal spring (not shown). Pressure acts on the surfacing head slider 19 from the elastic suspension 18 toward the front face of a magnetic disk 13. Buoyancy acts on the surfacing head slider 19 by work of the air current generated on the front face of a magnetic disk 13 based on rotation of a magnetic disk 13. The surfacing head slider 19 can continue surfacing with rigidity high in comparison during rotation of a magnetic disk 13 in the balance of the pressure of the elastic suspension 18, and buoyancy.

[0014] If carriage 16 rocks by the circumference of a pivot 15 during surfacing of such a surfacing head slider 19, the surfacing head slider 19 can cross the front face of a magnetic disk 13 to radial. Based on such migration, the surfacing head slider 19 is positioned in the recording track of the request on a magnetic disk 13. At this time, rocking of carriage 16 should just be realized through work of an actuator 21 called a voice coil motor (VCM). As everyone knows, when the magnetic disk 13 of two or more sheets is incorporated in the body 12 of a case, two elastic suspensions 18 are carried to one swinging arm 17 between magnetic-disk 13 adjoining comrades.

[0015] Drawing 2 shows one example of the surfacing head slider 19. This surfacing head slider 19 is aluminum 2O3 which is joined to the air outflow edge of the body 22 of a slider made from aluminum 2O3-TiC (Al Chick) formed in a flat rectangular parallelepiped, and this body 22 of a slider, and builds in the read-out write-in head 23. It has the film 24 with a built-in head component of make (alumina). It is specified on the body 22 of a slider, and the film 24 with a built-in head component, the medium opposed face 25, i.e., the surfacing side, which counters a magnetic disk 13. The air current 26 generated based on rotation of a magnetic disk 13 is responded to by the surfacing side 25.

[0016] The rail 27 of two muscles prolonged toward an air outflow edge from an airstream ON edge is formed in the surfacing side 25. So-called ABS (air bearing surface) 28 is specified in the summit side of each rail 27. In ABS28, the above-mentioned buoyancy is generated according to work of an air current 26. It was embedded on the film 24 with a built-in head component, and reads, and the write-in head 23 is exposed by ABS28 so that it may be mentioned later. In addition, the gestalt of the surfacing head slider 19 is not restricted to such gestalten.

[0017] Drawing 3 shows the situation of the surfacing side 25 to a detail. The read-out write-in head 23 is equipped with the thin film magnetic head 31, i.e., an induction write-in head component, and the CPP structure magneto-resistive effect (MR) reading component 32. The induction write-in head component 31 can write binary information in a magnetic disk 13 as everyone knows using the field which occurs for example, by the electric conduction coil pattern (not shown). The CPP structure MR reading component 32 can detect binary information based on the resistance which changes as everyone knows according to the field which acts from a magnetic disk 13. The induction write-in head component 31 and the CPP structure MR reading component 32 are aluminum 2O3 which constitutes, the aluminum 2O3 film (alumina) 33 which constitutes, the above-mentioned top half layer of the film 24 with a built-in head component, i.e., overcoat film, and a bottom half layer, i.e., the under coat film. It is put between film (alumina) 34.

[0018] The induction write-in head component 31 is equipped with the up magnetic pole layer 35 in which the front end is exposed by ABS28, and the lower magnetic pole layer 36 in which the front end is similarly exposed by ABS28. The upper part and the lower magnetic pole layers 35 and 36 should just be formed from FeN or NiFe. The upper part and the lower magnetic pole layers 35 and 36 collaborate, and constitute the magnetic core of the induction write-in head component 31.

[0019] Between the upper part and the lower magnetic pole layers 35 and 36, it is aluminum 2O3. The nonmagnetic gap layer 37 of make (alumina) is put. As everyone knows, if a field occurs by the electric conduction coil pattern, by work of the nonmagnetic gap layer 37, the magnetic flux which goes back and forth the up magnetic pole layer 35 and the lower magnetic pole layer 36 will leak from the surfacing side 25, and it will come out of it. In this way, it leaks and the magnetic flux which comes out forms a record field (gap field).

[0020] The CPP structure MR reading component 32 is equipped with the lower electrode layer 38 which spreads along the front face of the alumina film 34, i.e., a substrate insulating layer. The lower

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

electrode layer 38 is not only equipped with conductivity, but may equip coincidence with soft magnetism. If the lower electrode layer 38 consists of conductive soft magnetic materials called NiFe, this lower electrode layer 38 can function on coincidence as a lower shielding layer of the CPP structure MR reading component 32.

[0021] the electromagnetism prolonged along with ABS28 in the front face of the lower electrode layer 38 -- the conversion film 39, i.e., the magneto-resistive effect (MR) film, is formed. Similarly, one pair of magnetic-domain control hard film 41 prolonged along with ABS28 is formed in the front face of the lower electrode layer 38. The magnetic-domain control hard film 41 puts the MR film 39 along with ABS28 on the front face of the lower electrode layer 38. The magnetic-domain control hard film 41 should just be formed from metallic materials, such as CoPt and CoCrPt. By these magnetic-domain control hard film 41, magnetization is establishable as everyone knows along one direction which crosses the MR film 39. If a bias field is formed based on magnetization of such magnetic-domain control hard film 41, single domain-ization of for example, a freedom side ferromagnetism layer (free layer) is realizable within the MR film 39. The detail of the structure of the MR film 39 is mentioned later.

[0022] The laminating of the 1st insulating layer 42 is carried out to the front face of the magnetic-domain control hard film 41. This 1st insulating layer 42 spreads only on the magnetic-domain control hard film 41. That is, the 1st insulating layer 42 breaks off at the flat surface PL including the interface of the MR film 39 and the magnetic-domain control hard film 41. The 1st insulating layer 42 is aluminum 2O<sub>3</sub>. SiO<sub>2</sub> What is necessary is just to consist of said insulating materials.

[0023] The front face of this 1st insulating layer 42 is covered by the 2nd insulating layer 43. The 2nd insulating layer 43 may spread not only the 1st insulating-layer 42 top but on the lower electrode layer 38. However, the 2nd insulating layer 43 breaks off like the 1st insulating layer 42 at the flat surface PL including the interface of the MR film 39 and the magnetic-domain control hard film 41. The 2nd insulating layer 43 is aluminum 2O<sub>3</sub>. SiO<sub>2</sub> What is necessary is just to consist of said insulating materials.

[0024] On the 2nd insulating layer 43, the lower magnetic pole layer 36 of the induction write-in head component 31 spreads. This lower magnetic pole layer 36 is caught by the summit side of the MR film 39 between two flat surfaces PL. That is, the lower magnetic pole layer 36 functions as an up electrode layer of the CPP structure MR reading component 32. A sense current is supplied to the MR film 39 by work of the lower electrode layer 38 and the lower magnetic pole layer 36. And the lower magnetic pole layer 36 can function as an up shielding layer of the CPP structure MR reading component 32.

[0025] The structure of the MR film 39 is explained in full detail, referring to drawing 4 here. This MR film 39 consists of for example, spin bulb film. This spin bulb film is equipped with lower layer object 39a which consists of the substrate layer 51 piled up in order, an antiferromagnetism layer (pinning layer) 52, a fixed side ferromagnetism layer (pinned layer) 53, and a nonmagnetic interlayer 55, and upper object 39b which consists of the freedom side ferromagnetism layers 56 and protective layers 57 which are similarly piled up on the nonmagnetic interlayer 55. According to work of the antiferromagnetism layer 52, magnetization of the fixed side ferromagnetism layer 53 is fixed in the one direction. Here, the substrate layer 51 should just consist of Ta layer 51a and NiFe layer 51b by which a laminating is carried out to the front face of this Ta layer 51a. The antiferromagnetism layer 52 should just be formed from antiferromagnetism alloy ingredients, such as FeMn and PdPtMn. The fixed side ferromagnetism layer 53 and the freedom side ferromagnetism layer 57 should just be formed from a ferromagnetic ingredient called Co90Fe10. The nonmagnetic interlayer 55 should just be formed from an electric conduction metallic material called Cu. A protective layer 57 should just be equipped with Cu layer, and the cap layer, i.e., Ta layer, formed on this Cu layer.

[0026] here -- the 1st of lower layer object 39a -- piece W1 -- comparing -- upper object 39b -- W2 [piece / 2nd ] is set up small. Therefore, lower layer object 39a contacts the magnetic-domain control hard film 41 at the above-mentioned flat surface PL. On the other hand between upper object 39b, and the above-mentioned flat surface PL 41, i.e., the magnetic-domain control hard film, an opening is formed. This opening is filled up with an insulator 58. In this way, upper object 39b is put between an

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

insulator 58. And upper object 39b is put between the magnetic-domain control hard film 41 with an insulator 58. By work of such insulators 58, the narrowed current path is establishable between lower layer object 39a and the up electrode layer 36, i.e., a lower magnetic pole layer. Consequently, the effective core width of face of the MR film 39 can be narrowed. in addition, the 1st -- piece W1 -- W2 [ piece / 2nd ] should just be measured along with ABS28 in parallel with the front face of the lower electrode layer 38.

[0027] If the CPP structure MR reading component 32 is opposed to the front face of a magnetic disk 13 in read-out of magnetic information, by the spin bulb film, the magnetization direction of the freedom side ferromagnetism layer 56 will be rotated as everyone knows according to the sense of the field which acts from a magnetic disk 13. In this way, rotation of the magnetization direction of the freedom side ferromagnetism layer 56 changes the electric resistance of the spin bulb film a lot. Therefore, if a sense current is supplied to the spin bulb film from the up electrode layer 36, i.e., a lower magnetic pole layer, and the lower electrode layer 38, the level of the electrical signal taken out from the CPP structure MR reading component 32 will change according to change of electric resistance. Binary information can be read according to change of this level. At this time, a path can be narrowed as mentioned above by the spin bulb film as a sense current. Consequently, the response sensibility of the spin bulb film to the field which acts from a magnetic disk 13 can be raised.

[0028] With such CPP structure MR reading components 32, if Magnetization Mg is established by the magnetic-domain control hard film 41, the vertical bias field BS by which while faces to the magnetic-domain control hard film 41 of another side from the magnetic-domain control hard film 41 based on the magnetic pole (charge) generated by the end face of the magnetic-domain control hard film 41 is generable. Since the freedom side ferromagnetism layer 56 contained in upper object 39b is especially arranged between magnetic-domain control hard film 41 comrades with this CPP structure MR reading component 32, the vertical bias field BS strong in comparison can act on the freedom side ferromagnetism layer 56. Therefore, single domain-ization of the freedom side ferromagnetism layer 56 is realizable good in comparison. Reduction of a Barkhausen noise is realized.

[0029] At this time, the above-mentioned insulator 58 is expected to use the insulating material which shows magnetism. According to such an insulating material, Magnetization Mg is establishable in an insulator 58 so that clearly from drawing 4. Therefore, single domain-ization of the freedom side ferromagnetism layer 556 can be established much more good. An alloy ingredient called Co-gamma Fe 2O3 (2.0ohms of specific resistance (cm)) can be mentioned to such insulating materials. Generally the magnetic material used for the fixed side ferromagnetism layer 53 or the freedom side ferromagnetism layer 56 shows the specific resistance of 100 or less micromegacm, and the magnetic material used for the antiferromagnetism layer 52 shows the specific resistance of 200micromegacm extent.

[0030] Next, the manufacture approach of the CPP structure MR reading component 32 is explained briefly. For example, the wafer made from aluminum2 O3-TiC (Al Chick) (not shown) is prepared. In the front face of this wafer, it is aluminum 2O3. The film 34 is formed. This aluminum 2O3 The lower electrode layer 38 is formed on the film 34. Subsequently, in the front face of the lower electrode layer 38, as shown in drawing 5, laminating formation of the above-mentioned material MR film 71 specified by W1 the 1st piece is carried out. This material MR film 71 should just begin to be deleted from the layered product accumulated by the same layer structure as the above-mentioned spin bulb film. That is, the substrate layer 72, the antiferromagnetism layer 73, the fixed side ferromagnetism layer 74, the nonmagnetic interlayer 75, the freedom side ferromagnetism layer 76, and a protective layer 77 are contained in this material MR film 71 in order. this -- in deleting and carrying out appearance, the photoresist film 78 is used for a mask.

[0031] Then, on a wafer, as shown in drawing 6, the magnetic-domain control hard film 79 which puts the material MR film 71 is formed. For example, based on the sputtering method, a magnetic material 81 is poured on the front face of the lower electrode layer 38. A magnetic material 81 is deposited on the front face of the lower electrode layer 38, and the photoresist film 78. If the wall surface of the material MR film 71 is completely covered with a magnetic material 81, formation of the magnetic-domain control hard film 79 will be completed.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

[0032] Subsequently, on a wafer, as shown in drawing 7, laminating formation of the 1st insulating layer 82 is carried out. For example, based on the sputtering method, an insulating material 83 is poured on the deposited magnetic material 81. The insulating material 83 is deposited on the front face of a magnetic material 81 on the magnetic-domain control hard film 79 and the photoresist film 78. In this way, the 1st insulating layer 82 is formed in the front face of the magnetic-domain control hard film 79. Lift off is carried out after formation of the 1st insulating layer 82. That is, according to removal of the photoresist film 78, the magnetic material 81 and insulating material 83 on the photoresist film 78 are removed.

[0033] In this way, if the 1st insulating layer 82 is formed on the magnetic-domain control hard film 79, etching processing will be performed from the surface of the material MR film 71. at this time, on the material MR film 71, as shown in drawing 8, the configuration of upper object 39b was modeled -- the 2nd piece of the photoresist film 85 of W2 is formed. The photoresist film 85 vacates predetermined spacing between one pair of 1st insulating layers 82, and is arranged. For example, if dry etching processing called ion milling is performed, the protective layer 77 in the material MR film 71 and the freedom side ferromagnetism layer 76 are removed around the photoresist film 85. The upper object 86 of the material MR film 71 begins to be shaved. It follows on beginning to delete and a slot 87 is formed in this field contiguous to the upper object 86 between the material MR film 71 and the magnetic-domain control hard film 79. A slot 87 exposes the nonmagnetic interlayer 75 of the material MR film 71.

[0034] It is in charge of such etching processings, and thickness [ of the 1st insulating layer 82 ] t [nm] is [0035].

$$t > R_s \cdots (1)$$

[0036] It is alike, and is followed and set up. Here, a constant R shows the etch rate [nm/sec] of the 1st insulating layer 82. A constant s shows etching time [sec until the nonmagnetic middle class 75 exposes." According to such thickness t, on the magnetic-domain control hard film 79, the 1st insulating layer 82 surely remains at the time of termination of etching processing. therefore, under implementation of etching processing -- the magnetic-domain control hard film 79 -- shaving off -- it is completely avoidable. The 1st insulating layer 82 functions as a protective layer of the magnetic-domain control hard film 79.

[0037] Then, as shown in drawing 9, the laminating of the 2nd insulating layer 88 is carried out on a wafer. For example, based on the sputtering method, an insulating material 89 is poured on the front face of a wafer. A slot 87 is filled up with an insulating material 89. In this way, an insulator 90 is formed all over a slot 87. The photoresist film 85 is removed after formation of an insulator 90. The summit side of the upper object 86 is exposed.

[0038] In this way, if the upper object 86 is formed by the material MR film 71, based on the photoresist film (not shown) of one muscle, the profile of the magnetic-domain control hard film 79 and the material MR film 71 will be prepared as everyone knows. The MR film 39 put between one pair of magnetic-domain control hard film 41 is formed in the bottom of the photoresist film. Then, on a wafer, the laminating of the insulator layer is carried out uniformly. Removal of the photoresist film obtains the magnetic-domain control hard film 41 and the MR film 39 which were surrounded by the insulator layer. On the magnetic-domain control hard film 41 and the MR film 39, as continuously shown in drawing 10, the up electrode layer 36, i.e., the lower magnetic pole layer of the induction write-in head component 31, is formed.

[0039] In this way, on the built CPP structure MR reading component 32, the induction write-in head component 31 is built as known. On the lower magnetic pole layer 36, the insulating layer and the up magnetic pole layer 35 where the coil pattern besides the nonmagnetic gap layer 37 was embedded are formed successively. If the induction write-in head component 31 is finally embedded on the alumina film 33, formation of the read-out write-in head 23 will be completed.

[0040] Drawing 11 shows other examples of the MR film 39. This MR film 39 consists of tunnel

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

junction film. This tunnel junction film is equipped with lower layer object 39a which consists of the substrate layer 101 piled up in order, an antiferromagnetism layer 102, a fixed side ferromagnetism layer 103, and an insulator layer 104, and upper object 39b which consists of the freedom side ferromagnetism layers 106 and protective layers 107 which are similarly piled up on an insulator layer 104. According to work of the antiferromagnetism layer 102, magnetization of the fixed side ferromagnetism layer 103 is fixed in the one direction. Here, the substrate layer 101 should just consist of Ta layer 101a and NiFe layer 101b by which a laminating is carried out to the front face of this Ta layer 101a. The antiferromagnetism layer 102 should just be formed from antiferromagnetism alloy ingredients, such as FeMn and PdPtMn. The fixed side ferromagnetism layer 103 and the freedom side ferromagnetism layer 106 should just be formed from a ferromagnetic ingredient called Co90Fe10. An insulator layer 104 should just be formed from the metal oxide film of for example, aluminum<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and others (alumina). A protective layer 106 should just be equipped with Cu layer, and the cap layer, i.e., Ta layer, formed on this Cu layer.

[0041] the above-mentioned -- the same -- the 1st of lower layer object 39a -- piece W1 -- comparing -- upper object 39b -- W2 [ piece / 2nd ] is set up small. Therefore, lower layer object 39a contacts the magnetic-domain control hard film 41 at the above-mentioned flat surface PL. On the other hand between upper object 39b, and the above-mentioned flat surface PL 41, i.e., the magnetic-domain control hard film, an opening is formed. This opening is filled up with an insulator 58. In this way, upper object 39b is put between an insulator 58. And upper object 39b is put between the magnetic-domain control hard film 41 with an insulator 58. By work of such insulators 58, the narrowed current path is establishable between lower layer object 39a and the up electrode layer 36, i.e., a lower magnetic pole layer. Consequently, the effective core width of face of the MR film 39 can be narrowed. Since upper object 39b and lower layer object 39a are especially divided with the high resistive layer 104 of the tunnel junction film, i.e., an insulator layer, with this CPP structure MR reading component 32, a current path is certainly reducible.

[0042] If the CPP structure MR reading component 32 is opposed to the front face of a magnetic disk 13 in read-out of magnetic information, by the tunnel junction film, the magnetization direction of the freedom side ferromagnetism layer 106 will be rotated as everyone knows according to the sense of the field which acts from a magnetic disk 13. In this way, rotation of the magnetization direction of the freedom side ferromagnetism layer 106 changes the electric resistance of the tunnel junction film a lot. Therefore, if a sense current is supplied to the tunnel junction film from the up electrode layer 36, i.e., a lower magnetic pole layer, and the lower electrode layer 38, the level of the electrical signal taken out from the CPP structure MR reading component 32 will change according to change of electric resistance. Binary information can be read according to change of this level. At this time, a path can be narrowed as mentioned above by the tunnel junction film as a sense current. Consequently, the response sensibility of the tunnel junction film to the field which acts from a magnetic disk 13 can be raised. And like the above-mentioned, with this CPP structure MR reading component 32, since the freedom side ferromagnetism layer 106 contained in upper object 39b is arranged between magnetic-domain control hard film 41 comrades, the vertical bias field BS strong in comparison can act on the freedom side ferromagnetism layer 106. Therefore, single domain-ization of the freedom side ferromagnetism layer 106 is realizable good in comparison. Reduction of a Barkhausen noise is realized.

[0043] In addition, with the above CPP structure MR reading components 32, the fixed side ferromagnetism layer 53,103 and the antiferromagnetism layer 52,102 may be contained in upper object 39b of W2 the 2nd piece. At this time, the freedom side ferromagnetism layer 56,106, the nonmagnetic interlayer 54, and the 1st piece of an insulating layer 104 should just be contained in lower layer object 39a of W1.

[0044]

[Effect of the Invention] According to this invention, the CPP structure magneto-resistive effect component which greatly contributes to reduction of a Barkhausen noise can be offered as mentioned above.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

---

[Translation done.]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

**CLAIMS**

[Claim(s)]

[Claim 1] The CPP structure magneto-resistive effect component characterized by to have the lower layer object of the magneto-resistive effect film which spreads in the 1st piece on a lower electrode layer, the upper object of the magneto-resistive effect film which spreads in the 2nd piece narrower than the 1st piece on a lower layer object, the insulator that sandwiches the upper object of the magneto-resistive effect film, the magnetic-domain control film which sandwiches the upper object with an insulator, and an up electrode layer in contact with the upper object of the magneto-resistive effect film.

[Claim 2] It is the CPP structure magneto-resistive effect component characterized by said insulator being the magnetic substance in a CPP structure magneto-resistive effect component according to claim 1.

[Claim 3] The CPP structure magneto-resistive effect component characterized by containing a freedom side ferromagnetism layer in the upper object of said magneto-resistive effect film at least in a CPP structure magneto-resistive effect component according to claim 1.

[Claim 4] The manufacture approach of the CPP structure magneto-resistive effect component characterized by having the process which forms the magneto-resistive effect film on a lower electrode layer, the process which forms one pair of magnetic-domain control film which sandwiches the magneto-resistive effect film, the process which forms an insulator layer on the magnetic-domain control film, and the process which performs etching processing to the surface of the magneto-resistive effect film.

[Claim 5] The manufacture approach of the CPP structure magneto-resistive effect component characterized by making said insulator layer remain on said magnetic-domain control film after said etching processing in the manufacture approach of a CPP structure magneto-resistive effect component according to claim 4.

[Claim 6] The manufacture approach of the CPP structure magneto-resistive effect component characterized by forming a slot based on said etching processing between said magneto-resistive effect film and said magnetic-domain control film in the manufacture approach of a CPP structure magneto-resistive effect component according to claim 5.

[Claim 7] The manufacture approach of the CPP structure magneto-resistive effect component characterized by filling up said slot with an insulator in the manufacture approach of a CPP structure magneto-resistive effect component according to claim 6.

[Claim 8] It is the manufacture approach of the CPP structure magneto-resistive effect component characterized by having the freedom side ferromagnetism layer by which said magneto-resistive effect film is arranged between said insulators in the manufacture approach of a CPP structure magneto-resistive effect component according to claim 7.

[Claim 9] It is the manufacture approach of the CPP structure magneto-resistive effect component characterized by said insulator being the magnetic substance in the manufacture approach of a CPP structure magneto-resistive effect component according to claim 8.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

---

[Translation done.]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**\* NOTICES \***

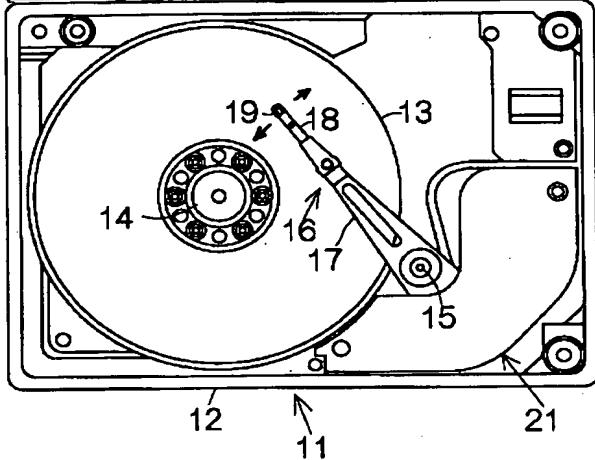
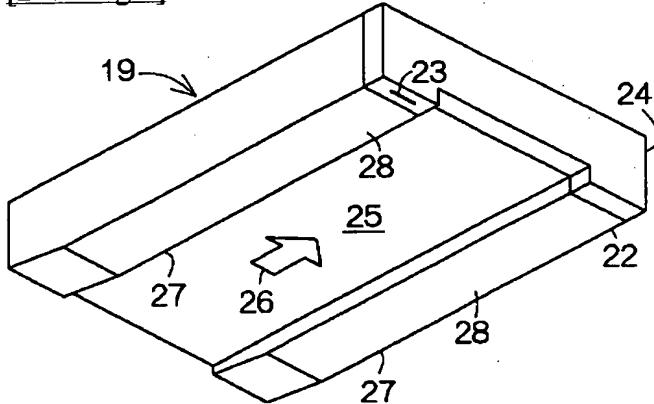
Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

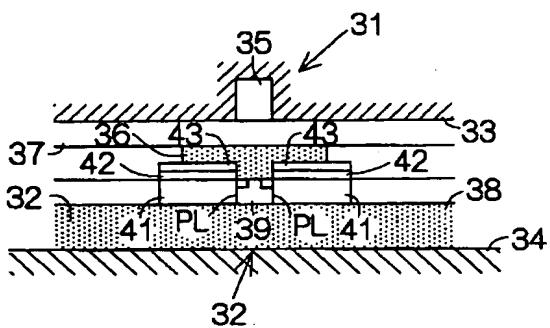
---

**DRAWINGS**

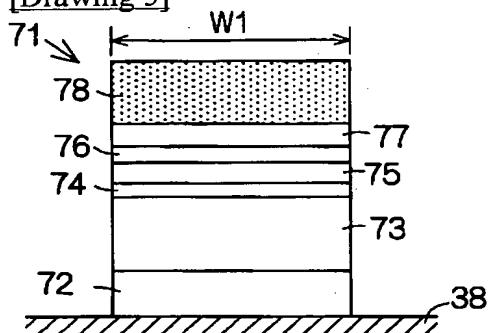
---

**[Drawing 1]****[Drawing 2]****[Drawing 3]**

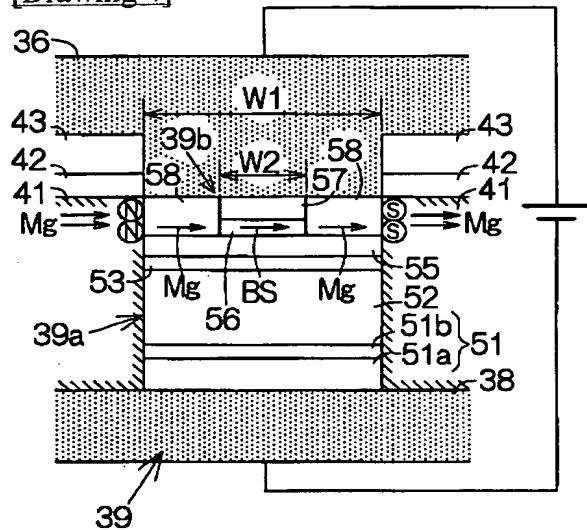
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



[Drawing 5]

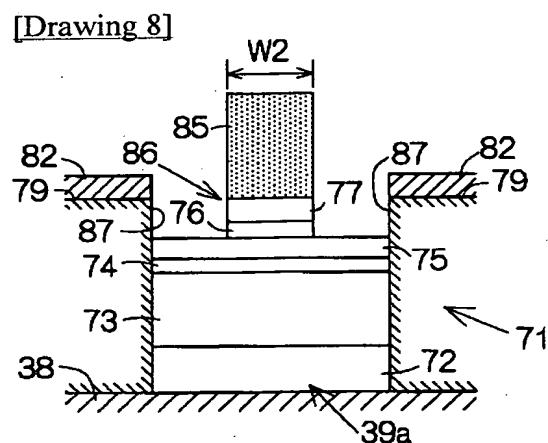
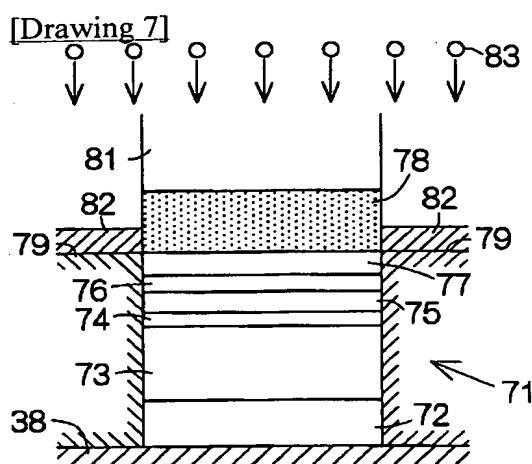
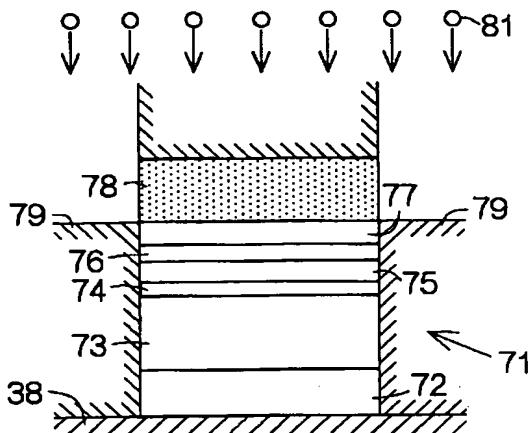


[Drawing 4]



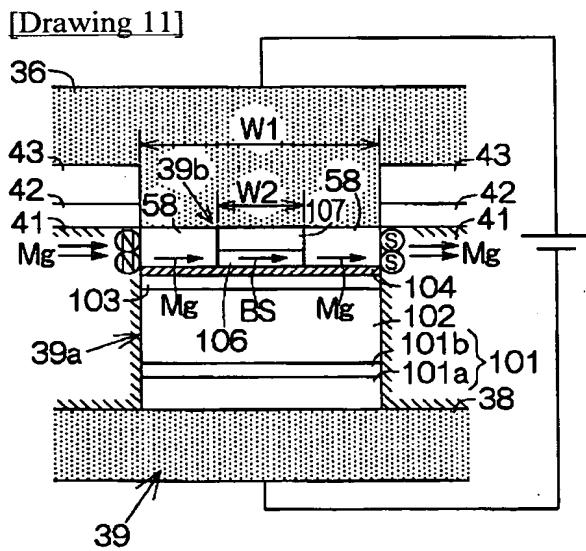
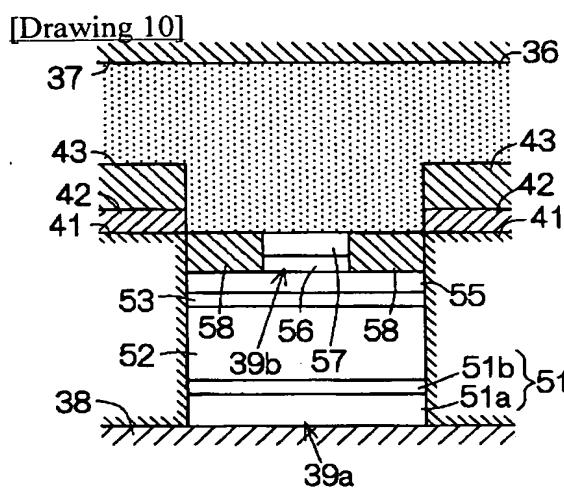
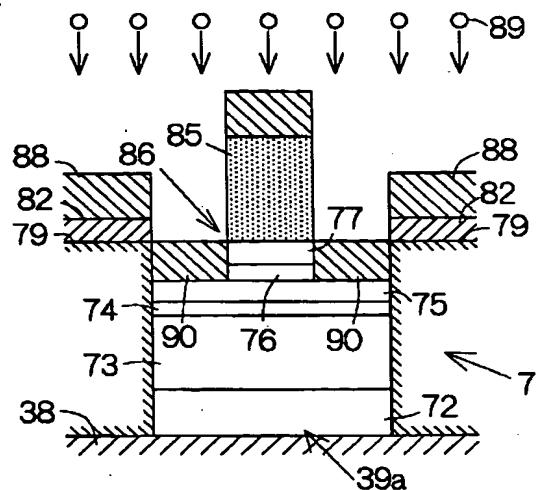
[Drawing 6]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



[Drawing 9]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



[Translation done.]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**